

Title	X-ray Study of Neutral Iron Line Emission in the Galactic Ridge: Contribution of Low-Energy Cosmic Rays( Abstract_要旨 )
Author(s)	Nobukawa(Kawabata), Kumiko
Citation	Kyoto University (京都大学)
Issue Date	2016-03-23
URL	<a href="https://doi.org/10.14989/doctor.k19497">https://doi.org/10.14989/doctor.k19497</a>
Right	学位規則第9条第2項により要約公開; 許諾条件により本文は2017-04-01に公開
Type	Thesis or Dissertation
Textversion	ETD

( 続紙 1 )

京都大学	博 士 ( 理 学 )	氏名	信川 (河畠) 久実子
論文題目	X-ray Study of Neutral Iron Line Emission in the Galactic Ridge: Contribution of Low-Energy Cosmic Rays (銀河リッジにおける中性鉄輝線のX線による研究：低エネルギー宇宙線の寄与)		
(論文内容の要旨)			
<p>銀河中心と銀河面には、個々の天体に分解できない広がった放射が存在しており、これを銀河面X線放射 (GDXE) と呼ぶ。GDXEの最大の特徴は、3本の鉄輝線であり、それぞれ、中性状態の鉄原子 (中性鉄) と高階電離した鉄イオン (電子が2個しかないヘリウム状鉄と、電子が1個しかない水素状鉄) からの放射である。GDXEの起源として有力と考えられているのは、無数の微弱な星、例えば激変星やフレア星といった星の集まりとする説である。この点源説の最大の根拠は、銀河中心方向のやや銀河面から外れた小さな領域を、空間分解能の非常に優れた衛星で観測したところ、GDXEの鉄輝線フラックスのうち80%が点源に分解された、という先行結果である。しかし別の先行研究によると、GDXEのスペクトルは場所によって異なる。もし無数の点源の寄与がGDXEにおいて支配的ならば、スペクトルは空間的に一様であるはずだ。これまでのGDXE研究は、3本の鉄輝線を分離せずまとめて議論してきたこと、また、限られた空間分解能力で得た全体の分布をもとに議論してきたことが問題であった。</p> <p>本論文では「すざく」衛星を用いて、3本の鉄輝線を分離した上で、その空間分布 (スケールハイト) とスペクトルの特徴 (等価幅) を測定した。その結果、高階電離鉄輝線のスケールハイトは、激変星やフレア星とほぼ無矛盾であったが、中性鉄輝線は、激変星やフレア星の半分以下のスケールハイトであり、むしろ分子ガスに近い分布であることを突き止めた。また、銀経1.5度から3.5度の銀河中心東側の領域と銀経-20度付近で、中性鉄輝線の分布が高階電離鉄輝線と比べて局所的に超過していることを発見した。いずれの中性鉄輝線の超過も、分子ガスと関連していた。これらの領域からスペクトルを抽出し、中性鉄輝線の等価幅を測定すると、&gt;300 eVであった。中性鉄輝線の超過が特にない銀河面上の領域でもスペクトルを抽出すると、高階電離鉄の等価幅は激変星やフレア星の混合だけで概ね再現できるが、中性鉄輝線は高々50%しか説明できない。つまり、強い中性鉄輝線を放射する天体の寄与が必要である。X線や宇宙線陽子・電子が分子雲に照射して放射される中性鉄輝線は、大きな等価幅 (&gt;300 eV) を示す。したがって、銀河面の中性鉄輝線の半分以上は分子ガス起源の拡散放射だろう。明るいX線源が星間ガスを照らして放射される中性鉄輝線は、銀河面全体の放射の10%しか寄与しない。もっとも可能性が高いのは、低エネルギー宇宙線の衝突による放射である。低エネルギー宇宙線のエネルギー密度は、陽子の場合~20 eV cm<sup>-3</sup>、電子の場合~0.02 eV cm<sup>-3</sup>だろう。本研究は、中性鉄輝線で低エネルギー宇宙線を探索・測定できることを初めて実証した。</p>			

(続紙 2 )

(論文審査の結果の要旨)

天の川銀河面に空間的に広がって分布するX線放射 (GDXE) の起源解明は宇宙物理学の最重要研究課題の1つである。申請者は、GDXEの最大の特徴である3本の鉄輝線に着目し、「それぞれ由来が別であるにも関わらず、過去の研究ではまとめて同一のものとして議論してきたために、研究手法の限界があった」と考えた。すなわち、それぞれの輝線の強度分布を分離して測定することが必須であると指摘した。

申請者は淡い放射であるGDXEに対して最も適した「すざく」衛星の10年分の大量データを丁寧に解析し、銀河面の鉄輝線分布を史上最高精度で測定することに成功した。その結果、銀河中心近くと銀経-20度付近の場所において、中性鉄輝線放射が局所的に超過していることを発見した。超過成分のスペクトルや空間分布から、その起源として「低エネルギー宇宙線の星間ガスへの衝突」が有力であることを突き止めた。さらに、中性鉄輝線の銀河面に垂直な分布は、白色矮星やフレア星のものとは一致せず、星間ガス分布と酷似していることを発見した。このことから、GDXEの中性鉄輝線の大半は星間ガス起源でなければならないことを指摘した。これにより、銀河面における低エネルギー宇宙線のエネルギー密度を測定した。

本論文の成果は発見から50年、議論が続いてきた未解決研究課題に対して、決定打を与えるものである。それだけでなく、中性鉄輝線観測により、低エネルギー宇宙線を測定する方法を実証したことは、宇宙線の加速機構に対する新しい観測的展開を示すことにもつながる。よって、本論文は博士(理学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成28年1月18日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。

要旨公表可能日：                      年                      月                      日以降